

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)

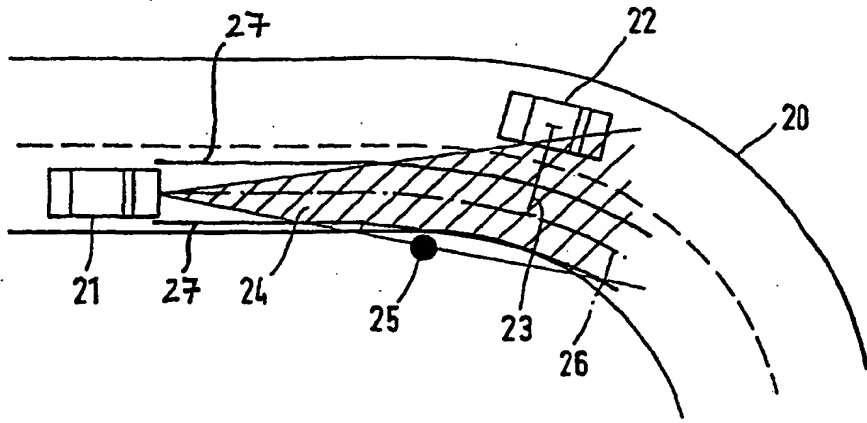
PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 7 : G05B 29/10, G01S 13/93, G06F 15/50, B60K 31/02		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/33151
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 8. Juni 2000 (08.06.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03219		(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 6. Oktober 1999 (06.10.99)			
(30) Prioritätsdaten: 198 55 400.1 1. Dezember 1998 (01.12.98) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MICH, Harald [DE/DE]; Weinbergstrasse 6, D-75248 Ölbronn-Dürren (DE). SCHERL, Michael [DE/DE]; Kelterstrasse 24, D-71679 Asperg (DE). LICHTENBERG, Bernd [DE/DE]; Weizenstrasse 13, D-71665 Vaihingen/Enz (DE). UHLER, Werner [DE/DE]; Augsteinerstrasse 11, D-76646 Bruchsal (DE).			
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE FUTURE COURSE OF A MOTOR VEHICLE			
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG EINES ZUKÜNFTIGEN KURSBEREICHS EINES FAHRZEUGS			
(57) Abstract <p>The invention relates to a method and device for determining the future course of a first vehicle (700) that is fitted with a distance sensor, whereby the at least relative positions (707, 708) of at least one travelling vehicle ahead (702, 703) are determined with respect to the first vehicle (700) at a given or selectable moment in time with the aid of said distance sensor. The at least relative positions (707, 708) thus determined are stored in at least one memory. These relative positions (707, 708) that are stored in said memory are used to create a trajectory (709, 710) for the vehicle ahead (702, 703). The future course of the first vehicle (700) is determined at least by means of the trajectory (709, 710) of the travelling vehicle ahead (702, 703). The trajectory (709) of the travelling vehicle ahead (702, 703) is projected towards the position of the first vehicle (700).</p>			
			

(57) Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereichs eines ersten Fahrzeugs (700), welches mit einem Abstandssensor ausgerüstet ist, beschrieben. Dabei werden mit Hilfe des Abstandssensors zu festgelegten oder wählbaren Zeitpunkten wenigstens relative Positionen (707, 708) wenigstens eines vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) zum ersten Fahrzeug (700) bestimmt. Wenigstens diese bestimmten relativen Positionen (707, 708) werden in wenigstens einem Speicher abgelegt. Diese in dem Speicher abgelegten relativen Positionen (707, 708) bilden jeweils einen Kursverlauf (709, 710) des entsprechenden vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703). Der zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs (700) wird wenigstens anhand des Kursverlaufs (709, 710) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) bestimmt. Der Kursverlauf (709, 710) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) wird in Richtung auf die Position des ersten Fahrzeugs (700) projiziert.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5

10 Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung eines zukünftigen
 Kursbereichs eines Fahrzeugs

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine
Vorrichtung zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereichs
15 eines Kraftfahrzeugs. Sie kann angewendet werden
 beispielsweise im Rahmen einer adaptiven
 Fahrgeschwindigkeits- oder Abstandsregelung eines Fahrzeugs,
 einer adaptiven Leuchtweitenanpassung oder auch einfach zum
 Erkennen kritischer Situationen. Voraussetzung ist, daß das
20 Fahrzeug mit wenigstens einem Sensor ausgerüstet ist, der
 vorausfahrende Fahrzeuge und stationäre Objekte im Vorfeld
 des Fahrzeugs erkennen sowie wenigstens deren Position
 bestimmen kann. Solche Sensoren können beispielsweise als
 Radar-, Laser- oder auch als Videosensor ausgebildet sein.
25 Die Erfindung wird vorzugsweise im Zusammenhang mit einer
 adaptiven Fahrgeschwindigkeits- oder Abstandsregelung eines
 Fahrzeugs verwendet, da ein solcher Sensor bei dieser
 Anwendung bereits vorhanden ist.

30

Stand der Technik

35

In den vergangenen Jahren sind zahlreiche Veröffentlichungen
bekannt geworden, die sich mit einer automatischen Regelung
der Geschwindigkeit eines Kraftfahrzeugs unter Berücksichti-

5 gung des Abstandes zu vorausfahrenden Fahrzeugen beschäf-
tigen. Solche Systeme werden häufig als Adaptive Cruise
Control (ACC) bzw. im Deutschen als adaptive oder dynamische
Fahrgeschwindigkeitsregler bezeichnet. Ein grundlegendes
10 Problem bei solchen Systemen ist angesichts heutiger
Verkehrsverhältnisse eine automatisierte Entscheidung,
welches von mehreren vorausfahrenden Fahrzeugen für die
Geschwindigkeits- oder Abstandsregelung relevant bzw. am
relevantesten ist. Besonders schwierig ist diese
15 Entscheidung in dem Fall, daß die Straße, auf der sich das
geregelter Fahrzeug bewegt, mehrspurig und kurvig ist. In
diesem Fall werden durch einen Abstandssensor, der unter
anderem zur Detektion vorausfahrender Fahrzeuge dient, in
der Regel auch Fahrzeuge detektiert, die sich auf
20 benachbarten Fahrspuren befinden und dementsprechend für
eine Abstandsregelung nur eine untergeordnete Relevanz
besitzen.

20 Dementsprechend besteht bei einem ACC-System das Bedürfnis,
einen zukünftigen Kursverlauf beziehungsweise einen
zukünftigen Kursbereich des geregelten Fahrzeugs zu
bestimmen, um anhand der Kenntnis dieses Bereichs das
jeweils relevanteste vorausfahrende Fahrzeug oder umgekehrt
das zu einem momentanen Zeitpunkt gefährlichste Hindernis zu
25 bestimmen. Beide Größen, sowohl der Kursverlauf als auch der
Kursbereich orientieren sich grundsätzlich am Verlauf der
Straße, berücksichtigen im Optimalfall jedoch auch
gegebenenfalls stattfindende Spurwechsel- oder
Abbiegevorgänge des geregelten Fahrzeugs. Der Begriff
30 „zukünftiger Kursbereich“ unterscheidet sich dabei im
folgenden von dem Begriff „zukünftiger Kursverlauf“
dahingehend, daß er den gesamten räumlichen Bereich, in dem
sich das geregelte Fahrzeug voraussichtlich bewegen wird,
beinhaltet. Dies bedeutet, daß er auch die jeweils benötigte
35 Breite des Kraftfahrzeugs berücksichtigt.

Derzeit bekannte Lösungen zu der oben genannten Problemstellung sind beispielsweise in der Veröffentlichung „Adaptive Cruise Control - System Aspects and Development Trends“ von Winner, Witte et. al., veröffentlicht als SAE Technical Paper Series No 961010 auf der SAE vom 26. bis 29. Februar 1996 beschrieben. Demnach ist die einfachste Art, einen zukünftigen Kurs eines geregelten Fahrzeugs vorherzusagen, die Annahme einer geradlinigen Bewegung. Es ist jedoch offensichtlich, daß diese Art der Vorhersage bei Kurven oder Spurwechseln nicht funktioniert. Ein komplexerer Fall, der für weite Bereiche jedoch hinreichende Ergebnisse liefert, ist die Annahme eines Kurses mit einer konstanten Krümmung. Diese wird beispielsweise anhand einer Differenz von Radgeschwindigkeiten, anhand eines Lenk- oder Lenkradwinkels, anhand von Querbesehleunigungen und/oder anhand von Gierraten bestimmt. Entsprechende Verfahren sind aus dem Bereich der Fahrdynamikregelung bekannt. Nachteil dieses Verfahrens ist, daß der zukünftige Kursverlauf oder Kursbereich nur jeweils anhand des aktuellen Kurses geschätzt wird. Somit entstehen auch hier bei jeder Änderung des Kurses, beispielsweise beim Ein- oder Ausfahren in Kurven Fehler. Eine weitere Möglichkeit zur Vorhersage eines Kursverlaufs, die ebenfalls in der genannten Veröffentlichung erwähnt ist, ist eine Verwendung von Navigationssystemen. Die Grenzen dieses Verfahren hängen jedoch von der Aktualität und der Genauigkeit der zur Verfügung stehenden Karten sowie der Fähigkeit des Systems zur Bestimmung der jeweils aktuellen Position des Fahrzeugs ab. Die Vorhersage ist insbesondere in Baustellenbereichen oder bei neuen Straßen fehlerhaft. Als weitere Möglichkeit wird in der genannten Veröffentlichung eine Vorhersage des Straßenverlaufs oder der Spur basierend auf Radardaten genannt. Stationäre Objekte wie Reflektoren oder Leitplanken, die von einem Signalprozessor detektiert werden, werden verwendet,

um die Straßenbegrenzungen zu rekonstruieren. Entsprechend der Veröffentlichung ist bisher jedoch wenig über die Qualität und die Zuverlässigkeit dieses Verfahrens bekannt.

5 In der US 4,786,164 ist ein System und ein Verfahren zur Detektion einer Entfernung zwischen zwei Fahrzeugen beschrieben, die sich in derselben Verkehrsspur bewegen. Die Bestimmung der Fahrspur, in der sich jedes der beiden Fahr-
10 zeuge bewegt, erfolgt dabei anhand eines Vergleichs von Winkeln, unter denen Reflektoren, die an beiden Seiten der Straße verteilt sind, detektiert werden. Das hier beschriebene Verfahren ist jedoch nur anwendbar, wenn
15 tatsächlich auf beiden Seiten einer Straße geeignete Reflektoren zur Verfügung stehen und damit abhängig von infrastrukturellen Gegebenheiten.

In der DE 196 14 061 A1 ist ein System zur Steuerung der Entfernung zu einem vorausfahrenden Fahrzeug auf der Grundlage einer einstellbaren Wahrscheinlichkeitsverteilung
20 beschrieben. Dieses beschriebene System weist eine Krümmungsbestimmungseinrichtung auf, in der die Krümmung einer Straße anhand eines Lenkwinkels und einer Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt wird. Zur Verbesserung der Zuverlässigkeit wird gemäß einer ersten Modifikation der
25 Lenkwinkel auf der Grundlage der Bewegung eines spezifizierten stationären Objekts bestimmt. Dazu werden die Orte eines stationären Objekts relativ zu einem bewegten Systemfahrzeug in gleichmäßigen Zeitabständen überwacht. Die Orte werden dann als Kreisbogen definiert, um die Krümmung
30 der Straße zu berechnen, auf der das Systemfahrzeug fährt. Gemäß einer zweiten Modifikation kann eine scharfe Kurve der Straße ebenfalls anhand eines stationären Objekts erkannt werden. Gemäß einer vierten Modifikation kann die berechnete Krümmung erhöht oder reduziert werden, wenn ein
35 Abbiegeanzeiger die rechte oder die linke Richtung anzeigt.

Gemäß einer zehnten Modifikation ist es möglich, anhand eines Navigationssystems, beispielsweise eines GPS-Systems zu bestimmen, ob eine Kurve in einer Vorwärtsrichtung des Systemfahrzeugs vorliegt oder nicht. Keines der in dieser
5 Schrift vorgestellten Verfahren beseitigt jedoch die bereits im einzelnen genannten Nachteile.

Aus der DE 41 33 882 A1 ist ein Verfahren zum selbständigen Nachführen eines Fahrzeugs auf der Spur eines ganz
10 bestimmten vorausfahrenden Fahrzeugs bekannt. Dazu wird mittels einer elektronischen Kamera der signifikante Heckbereich eines Führungsfahrzeugs überwacht und näherungsweise der Seitenversatz zu diesem bestimmt. Das Ziel ist die Gewinnung von Ansteuersignalen für die Lenkung
15 des die Kamera tragenden Fahrzeugs.

Aus der DE 43 41 689 A1 ist ein System zum Erfassen eines vorausfahrenden Fahrzeugs bekannt. Es wird von einer Mittellinie ausgegangen, die die Verlängerung der
20 Fahrzeugachse darstellt. Um diese Linie herum werden Bereiche unterschiedlicher Wahrscheinlichkeiten definiert, die dazu dienen ein erfaßtes Ziel als in der Spur befindlich oder als nicht relevant zu erkennen. Die Krümmung der vorausliegenden Straße wird anhand des aktuellen Lenkwinkels und der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit berechnet. In
25 Abhängigkeit von dieser prognostizierten Krümmung wird in der Entfernung, in der ein anderes Fahrzeug detektiert wurde eine Versetzung bestimmt und die zuvor bestimmte Wahrscheinlichkeitsverteilung um diesen Wert verschoben.
30

Aus der noch nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung 197 22 947.6-32 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereiches eines Fahrzeugs bekannt. Darin werden anhand der
35 detektierten Positionen der vorausfahrenden Fahrzeuge deren

Kursverläufe beobachtet und jeweils der Querversatz zur eigenen Position bestimmt. Dies geschieht jeweils ab dem Zeitpunkt, an dem das eigene Fahrzeug den Punkt passiert hat, ab dem eine erste Position des entsprechenden vorausfahrenden Fahrzeugs gespeichert worden war. In Kenntnis dieses Querversatzes und der gespeicherten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge kann ein eigener zukünftiger Kursbereich bestimmt werden.

Der Nachteil der bisherigen Ansätze zur Bestimmung eines eigenen zukünftigen Kursbereichs ist darin zu sehen, daß der frühestmögliche Zeitpunkt einer Kursbereichsbestimmung der Zeitpunkt ist, zu dem ein Punkt passiert wird, an dem eine Position eines vorausfahrenden Fahrzeugs detektiert worden ist.

Aufgabe, Lösung und Vorteile der Erfindung

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es dementsprechend, ein Verfahren und eine darauf basierende Vorrichtung anzugeben, mit dem beziehungsweise mit der ein zukünftiger Kursbereich eines ersten Fahrzeugs zuverlässig bestimmt werden kann. Dieser Kursbereich soll insbesondere auch dann zuverlässig und frühzeitig bestimmbar sein, wenn vorausfahrende Fahrzeuge erstmals detektiert werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs wenigstens anhand eines in Richtung auf die Position des ersten Fahrzeugs projizierten Kursverlaufs eines vorausfahrenden Fahrzeugs bestimmt wird. Das bedeutet, daß der erfaßte Kursverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs in einen Bereich vor das erste Fahrzeug projiziert wird, in dem keine gemessenen Positionen des vorausfahrenden Fahrzeugs vorliegen.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens beziehungsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung liegt darin, daß die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs bereits möglich ist, bevor eine Position erreicht worden ist, an der ein vorausfahrendes Fahrzeug detektiert worden ist. Durch diese Erfindung können je nach Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs und Reichweite des Abstandssensors bis zu zwei Sekunden gegenüber bisherigen Verfahren und Vorrichtungen gewonnen werden, in denen bereits eine Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des eigenen Fahrzeugs möglich ist. Dies kann zu einer Entlastung des Fahrers des ersten Fahrzeugs und zu einer Erhöhung der allgemeinen Fahrsicherheit beitragen.

Vorteilhafterweise kann die Projizierung des Kursverlaufs des vorausfahrenden Fahrzeugs bis zu der Position erfolgen, an der sich das erste Fahrzeug befindet. Dies ermöglicht dem System die maximale Ausnutzung der gespeicherten Daten zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs.

Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird dazu zwischen dem projizierten Kursverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs und dem aktuellen Kursverlauf des ersten Fahrzeugs ein Querversatz und/oder eine Krümmung bestimmt. Mit Hilfe des Querversatzes und/oder der Krümmung des Kursverlaufs des ersten Fahrzeugs zum projizierten Kursverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs wird ein zukünftiger Kursbereich des ersten Fahrzeugs bestimmt. Diese Ausführung bietet den Vorteil, daß zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs auch ein projizierter Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs genutzt werden kann, das sich nicht in der gleichen Fahrspur bewegt, wie das erste Fahrzeug.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung, wird der zukünftige Kursbereich anhand von projizierten Kursverläufen mehrerer vorausfahrender Fahrzeuge bestimmt. Dabei wird ein Fahrspurwechsel eines einzelnen vorausfahrenden Fahrzeugs durch Vergleich, Korrelation oder Mittelung der projizierten Kursverläufe aller vorausfahrenden Fahrzeuge herausgefiltert. Diese Weiterbildung führt insbesondere beim Vorhandensein vieler anderer Verkehrsteilnehmer zu einer verbesserten Zuverlässigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens beziehungsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Es können somit alle projizierten Kursverläufe vorausfahrender Fahrzeuge zur Bestimmung des Kursbereichs des ersten Fahrzeugs genutzt werden, was eine Verbesserung der Zuverlässigkeit des bestimmten Kursbereichs zur Folge hat.

Weiterhin vorteilhaft ist es, die gespeicherten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge zu ausgewählten und/oder frei wählbaren Zeitpunkten dem aktuellen Koordinatensystem des ersten Fahrzeugs anzugleichen. Dies hat den Vorteil, daß der Speicher zur Aufnahme der projizierten Kursverläufe vorausfahrender Fahrzeuge sehr gut ausgenutzt werden kann, da eine auf das aktuelle Koordinatensystem des ersten Fahrzeugs umgerechnete detektierte Position eines vorausfahrenden Fahrzeugs somit eine Relativposition zum ersten Fahrzeug darstellt und die zu speichernden Daten beispielsweise nur aus einer Entfernungs- und einer Winkelangabe bestehen können.

Vorteilhafterweise erfolgt die Projizierung des Kursverlaufs des vorausfahrenden Fahrzeugs durch statistische Analysen und/oder mathematische Interpolationsverfahren der gespeicherten relativen Positionsdaten. Diese Analysemöglichkeit beziehungsweise diese Interpolationsverfahren ermöglichen eine sehr exakte Bestimmung des zu projizierenden Kursverlaufs.

Besonders Vorteilhaft ist es, die projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge durch wenigstens ein Gütekriterium zu bewerten, das sowohl statistische als auch nicht vorhersagbare Anteile und vorhersagbare Anteile enthält. Damit ist es vorteilhafterweise möglich, einen projizierten Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs, der ein Gütekriterium aufweist, das unterhalb eines bestimmten Schwellwertes liegt, aus dem Speicher zu löschen und/oder zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs nicht mit heranzuziehen. Auf diese Weise wird zum einen die Ausnutzung des Speichers verbessert, da Daten, die zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs weniger gut geeignet sind, aus dem Speicher gelöscht werden. Zum anderen besteht hierdurch die Möglichkeit, weniger gut geeignete Daten nicht zur Bestimmung des Kursbereichs heranzuziehen, was zu einer genaueren Bestimmung führt.

Gemäß einer Weiterbildung wird der Speicher als Ringspeicher organisiert. Diese Weiterbildung hat den Vorteil, daß die Speicherverwaltung vereinfacht und somit die Bestimmung des zukünftigen Kursverlaufs des eigenen Fahrzeugs beschleunigt wird. Insbesondere sind bei dieser Art von Speicherorganisation keine Verschiebungen von Daten innerhalb des Speichers notwendig. Anschaulich gesprochen wird der älteste für einen Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs gespeicherte Datenwert durch den aktuell erfaßten Wert ersetzt und lediglich ein entsprechender Verweis auf den Speicherplatz geändert.

Vorteilhaft ist weiterhin, daß, wenn der Speicher voll ist, zur Speicherung wenigstens eines neuen Kursverlaufs eines weiteren vorausfahrenden Fahrzeugs, entsprechend eines weiteren Gütekriteriums, das nur auf vorhersagbaren Anteilen beruht, entschieden wird, ob wenigstens einer der bisher gespeicherte Kursverläufe und/oder der wenigstens eine neue Kursverlauf

gelöscht wird. Dies bedeutet, daß bei vollem Speicher mittels eines Gütekriteriums bestimmt wird, ob ein bisher gespeicherter Kursverlauf gelöscht wird, oder, ob die neu erfaßten Daten eine schlechtere Güte haben als alle im Speicher abgelegten Kursverläufe und somit die neu erfaßten Daten verworfen werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird der zukünftige Kursbereich anhand von Positionen detektierter, stationärer Objekte oder anhand von Positionen detektierter, entgegenkommender Fahrzeuge begrenzt. Diese Weiterbildung hat den Vorteil, daß die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs sinnvoll eingegrenzt werden kann, was die Genauigkeit des bestimmten Kursbereichs deutlich erhöht. Außerdem fließen auf diese Weise weitere, unabhängige Daten in die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs ein.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird zusätzlich zu dem erfindungsgemäß bestimmten, ersten zukünftigen Kursbereich mindestens ein weiterer zukünftiger Kursbereich anhand eines Lenkwinkels, eines Lenkradwinkels, einer Gierrate, einer Differenz von Radgeschwindigkeiten oder einer Querschleunigung des geregelten Fahrzeugs oder anhand stationärer Objekte oder anhand entgegenkommender Fahrzeuge die von dem Abstandssensor des ersten Fahrzeugs detektiert werden, bestimmt. Anhand des ersten und des mindestens einen weiteren bestimmten, zukünftigen Kursbereichs wird sodann ein verifizierter zukünftiger Kursbereich bestimmt. Dies bedeutet anschaulich gesprochen, daß ein zukünftiger Kursbereich des geregelten Fahrzeugs anhand unterschiedlicher und voneinander unabhängiger Verfahren bestimmt wird. Durch eine Kombination dieser einzeln bestimmten, zukünftigen Kursbereiche können bei den Verfahren einzeln auftretende Fehler korrigiert werden, so

daß der verifizierte zukünftige Kursbereich eine optimale Voraussage des tatsächlichen Kursbereichs beinhaltet.

5 Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist, daß der zukünftige Kursbereich anhand von Meßdaten bestimmt wird, die tatsächlich im Vorfeld des geregelten Fahrzeugs liegen und diese Daten in Richtung der eigenen Position projiziert werden. Anstelle einer Schätzung durch eine Extrapolation
10 einer momentanen Situation erfolgt eine Auswertung der tatsächlich im Vorfeld des Fahrzeugs vorhandenen Situation. Auf diese Weise ist insbesondere eine frühzeitige Erkennung von einem Kurvenbeginn oder -ende möglich. Dadurch wird die Fehlerquote gegenüber bisher bekannten Verfahren deutlich
15 verringert. Ein weiterer Vorteil ist, daß das Verfahren unabhängig ist von besonderen infrastrukturellen Bedingungen wie beispielsweise extra vorgesehenen Reflektoren am Straßenrand. Sind entsprechende Reflektoren jedoch vorhanden, können sie entsprechend mit berücksichtigt werden.
20 Darüber hinaus läßt sich das Verfahren bei einem Fahrzeug, welches mit einer adaptiven Geschwindigkeitsregelung ausgerüstet ist ohne besonderen Aufwand, insbesondere ohne eine zusätzliche Bildaufnahme- und Bildauswerteeinrichtung realisieren.

25 Anschaulich gesprochen erfolgt eine Beobachtung der Bewegung eines oder mehrerer vorausfahrender Fahrzeuge zur Bestimmung des eigenen zukünftigen Kursverlaufs bzw. Kursbereichs. Hierbei wird, solange noch keine detektierte Position eines vorausfahrenden Fahrzeugs mit dem eigenen Fahrzeug erreicht
30 ist, der detektierte Kursverlauf der vorausfahrenden Fahrzeuge in Richtung auf die eigene Position projiziert. Somit ist eine Kursbereichsbestimmung für das eigene Fahrzeug möglich, schon bevor eine Position erreicht worden
35 ist, an der ein vorausfahrendes Fahrzeug detektiert wurde.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

5 Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

10

Figur 2 und Figur 3 zwei Prinzipskizzen zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

15

Figur 4 ein Flußdiagramm gemäß dem oben genannten Stand der Technik,

Figur 5 ein weiteres Flußdiagramm gemäß dem oben genannten Stand der Technik,

20

Figur 6 ein weiteres Flußdiagramm gemäß dem oben genannten Stand der Technik zur detaillierteren Erläuterung des Verfahrens und

25

Figur 7 eine Prinzipskizze zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

30

Figur 1 zeigt eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Ein Abstandssensor 10, beispielsweise ein Radar- oder ein Lasersensor, ist mit einer Auswerte- und Steuereinheit 11 verbunden. Die Auswerte- und Steuereinheit 11 erhält zahlreiche weitere Signale, von denen hier beispielhaft ein Eingang 13 für eine Fahrzeugeigengeschwindigkeit, ein Eingang 14 für einen Lenkwinkel und ein Eingang 15 für eine Gierrate dargestellt sind. Weiterhin ist die Auswerte- und Steuereinheit 11 mit

35

einem oder mehreren Aktuatoren 12 verbunden. Die gesamte Vorrichtung ist in ein erstes Fahrzeug eingebaut. Mit dem Abstandssensor 10 werden nach bekannten Verfahren vorausfahrende Fahrzeuge, entgegenkommende Fahrzeuge sowie stationäre Objekte auf und beiderseits der Fahrbahn detektiert. Entsprechende Meßdaten werden aufbereitet und der Auswerte- und Steuereinheit 11 zugeführt. Diese bestimmt, entsprechend dem nachfolgend beschriebenen Verfahren, wenigstens einen zukünftigen Kursbereich des ersten Fahrzeugs. Im Rahmen einer adaptiven Geschwindigkeitsregelung steuert oder regelt die Auswerte- und Steuereinheit 11 über den oder die Aktuatoren 12 die Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Alternativ oder ergänzend steuert sie über Aktuatoren 12 beispielsweise die Leuchtweite oder den Lichtkegel der Scheinwerfer des Fahrzeugs oder erzeugt ein Warnsignal, das auf eine kritische Situation hindeutet.

Figur 2 zeigt eine zweispurige Straße 20, auf der sich zwei Fahrzeuge 21 und 22 in gleicher Richtung bewegen. Mit 21 ist das Fahrzeug bezeichnet, welches die erfindungsgemäße Vorrichtung besitzt. Ausgehend von der Front des Fahrzeugs 21 ist ein Winkelbereich 24 skizziert, der den Erfassungsbereich des Abstandssensors 10 symbolisiert. Eine strichpunktierte Linie 26 zeigt den zukünftigen Kursverlauf des Fahrzeugs 21. Die beiden durchgezogenen Linien 27 kennzeichnen den zukünftigen Kursbereich des Fahrzeugs 21. Dieser zukünftige Kursbereich ergibt sich aus dem um die Fahrzeugbreite und eventuellen zusätzlichen Erweiterungen aufgeweiteten zukünftigen Kursverlauf 26 des Fahrzeugs 21. Eine Strecke 23 gibt einen seitlichen Querversatz q zwischen den Fahrzeugen 21 und 22 an. Mit 25 ist ein stationäres Objekt, beispielsweise ein Baum am Straßenrand skizziert.

Figur 3 zeigt ebenfalls eine zweispurige Straße 30, auf der drei Fahrzeuge 31, 32 und 33 zu zwei verschiedenen Zeitpunkten t_0 und t_1 dargestellt sind. Die Positionen der Fahrzeuge zum Zeitpunkt t_0 sind gestrichelt dargestellt und mit 31a, 32a und 33a bezeichnet. Die Positionen der Fahrzeuge zum Zeitpunkt t_1 sind mit 31b, 32b und 33b bezeichnet. Zwei Strecken 34 und 35 bezeichnen jeweils einen Querversatz q_1 und q_2 zwischen dem Fahrzeug 31 und 32 und zwischen dem Fahrzeug 31 und 33.

Figur 4 zeigt ein Flußdiagramm gemäß dem oben genannten Stand der Technik. Gemäß Schritt 41 werden mit Hilfe des Abstandssensors 10 vorausfahrende Fahrzeuge F_{vi} detektiert. Gemäß Figur 2 und Figur 3 werden dabei die Fahrzeuge 22 sowie 32 und 33 detektiert. In Schritt 42 wird eine Position P_{vi} jedes einzelnen vorausfahrenden Fahrzeugs bestimmt. Dieser Schritt kann je nach Realisierung entweder von einer Auswerteschaltung innerhalb des Abstandssensors 10 oder von der Auswerte- und Steuereinheit 11 durchgeführt werden. Die bestimmten Positionen P_{vi} der vorausfahrenden Fahrzeuge F_{vi} beinhalten eine Entfernung d_i und einen Winkel α_i . Gemäß Schritt 43 wird ein Querversatz q_i , der in den Figuren 2 und 3 durch die Strecken 23, 34 und 35 angegeben ist, bestimmt. Rein mathematisch ergibt sich der Querversatz q_i zu

$$q_i = d_i * \sin \alpha_i.$$

Da in dieser Beziehung jedoch die Krümmung der Straße 20 bzw. 30 und ein daraus folgender zusätzlicher Querversatz der Fahrzeuge F_{vi} nicht berücksichtigt ist, wird der jeweilige Querversatz q_i anhand der Position P des Fahrzeugs 31 zum Zeitpunkt t_1 und der Position P_{vi} des vorausfahrenden Fahrzeugs 32, 33 zum Zeitpunkt t_0 bestimmt. Mit anderen Worten wird der Querversatz q_i dabei jeweils erst dann bestimmt, wenn sich das erste Fahrzeug 31 an oder neben der

Position befindet, die das jeweilige vorausfahrende Fahrzeug einen oder mehrere Meßzeitpunkte vorher inne hatte.

5 Gemäß Schritt 44 wird nun der zukünftige Kursbereich KB des
geregelten Fahrzeugs 21, 31 aufgrund einer angenommenen
Breite b des ersten Fahrzeugs, anhand der Kursverläufe KV_i
der vorausfahrenden Fahrzeuge F_{vi} , anhand deren jeweiligem
Querversatz q_i und gegebenenfalls anhand zuvor bestimmter
10 Kursverläufe bestimmt. Dabei wird die Annahme zugrunde
gelegt, daß sich das erste Fahrzeug so weiterbewegen wird
wie das oder die vorausfahrenden Fahrzeuge. Bei Erkennen
eines beabsichtigten oder beginnenden Spurwechsels des
ersten Fahrzeugs, beispielsweise in Abhängigkeit eines
15 Blinkersignals, wird der bestimmte voraussichtliche
Kursbereich in die entsprechende Richtung erweitert. Dies
unterscheidet den bestimmten zukünftigen Kursbereich KB von
einer reinen Vorhersage des Straßenverlaufs. Gemäß 47
erfolgt die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs KB des
ersten Fahrzeugs iterativ, das heißt es schließt sich hier
20 ein neuer Bestimmungszyklus an. Gemäß Schritt 45, wird der
bestimmte zukünftige Kursbereich anhand stationärer Objekte
25 und, soweit vorhanden, anhand detektierter
entgegenkommender Fahrzeuge F_G , die in den Figuren 2 und 3
nicht gezeigt sind, begrenzt.

25 Der nachfolgende Schritt 46 bezieht sich auf die Anwendung
im Rahmen einer adaptiven Fahrgeschwindigkeits- und
Abstandsregelung. Hier erfolgt nun die Auswahl eines
vorausfahrenden Fahrzeugs als Regelungsziel für die
30 Abstandsregelung. Dabei werden nun nur diejenigen
vorausfahrenden Fahrzeuge berücksichtigt, die sich innerhalb
des bestimmten zukünftigen Kursbereichs KB befinden.
Befinden sich mehrere vorausfahrende Fahrzeuge in diesem
Bereich, erfolgt eine Auswahl danach, welches der
35 vorausfahrenden Fahrzeuge eine geringste Sollbeschleunigung

bzw. eine größte Sollverzögerung bei dem geregelten Fahrzeug erfordert. Die Auswahl kann jedoch alternativ oder ergänzend auch von anderen Kriterien abhängig gemacht werden.

Beispielsweise kann die Auswahl danach erfolgen, welches der vorausfahrenden Fahrzeuge den geringsten Abstand zu dem ersten, geregelten Fahrzeug aufweist. Mit 48 ist die iterative Wiederholung des Verfahrens dargestellt.

Figur 5 zeigt ein weiteres Flußdiagramm gemäß dem oben genannten Stand der Technik. Die Schritte 51 bis 54 entsprechen dabei den Schritten 41 bis 44 gemäß dem Stand der Technik nach Figur 4. Entsprechend dieses zweiten Beispiels aus dem Stand der Technik, erfolgt dann in Schritt 55 eine Bestimmung eines verifizierten, zukünftigen Kursbereichs KB_{ver}. Zu diesem Zweck werden gemäß 56 weitere Meßdaten, insbesondere ein anderweitig bestimmter, zukünftiger Kursbereich KB₂ verwendet. Dieser anderweitig bestimmte, zukünftige Kursbereich KB₂ kann beispielsweise anhand der im Stand der Technik bekannten Verfahren mit Hilfe einer Gierrate oder einer Querschleunigung bestimmt werden. Durch die Verknüpfung mehrerer, voneinander unabhängig bestimmter zukünftiger Kursbereiche wird eine jeweils vorhandene Fehlerquote weiter minimiert. Im einfachsten Fall erfolgt die Verknüpfung der beiden bestimmten zukünftigen Kursbereiche KB und KB₂ dadurch, daß der erste bestimmte Kursbereich KB verwendet wird, solange eine festgelegte minimale Anzahl vorausfahrender Fahrzeuge detektiert wird. Werden weniger vorausfahrende Fahrzeuge als diese festgelegte Zahl detektiert, wird der zukünftige Kursbereich KB₂ verwendet. Alternativ können die Daten der beiden bestimmten Kursbereiche KB und KB₂ auch miteinander korreliert werden, um den verifizierten Kursbereich KB_{ver} zu erhalten. Gemäß 58 erfolgt auch die Bestimmung des zukünftigen verifizierten Kursbereichs iterativ. Schritt 57 entspricht dem Schritt 46 aus Figur 4 und beinhaltet wiederum eine Zielauswahl eines

vorausfahrenden Fahrzeugs im Rahmen einer adaptiven Fahrgeschwindigkeits- und Abstandsregelung.

Figur 6 zeigt ein weiteres Flußdiagramm gemäß dem oben
5 genannten Stand der Technik zur detaillierteren Darstellung
der Verfahrensschritte zur Bestimmung des zukünftigen
Kursbereichs KB gemäß den Schritten 44 und 54 der Figuren 4
und 5. Dementsprechend können die Schritte 61 bis 63
10 anstelle der Schritte 44 und 54 in den Figuren 4 und 5
eingefügt werden. In Schritt 61 werden Stützstellen S_i
bestimmt, indem die Positionen P_{Vi} der detektierten
vorausfahrenden Fahrzeuge F_{Vi} mit den zugehörigen bestimmten
Querversätzen q_i verrechnet werden. Im Idealfall liegen dann
15 alle bestimmten Stützstellen S_i auf einer Kurve, die dem
zukünftigen Kursverlauf KV des ersten Fahrzeugs entspricht.
In Schritt 62 wird dieser Kursverlauf KV bestimmt, indem
eine Funktion, beispielsweise in Form eines Polynoms
bestimmt wird, die möglichst alle Stützstellen S_i zumindest
20 näherungsweise erfaßt. Diese bestimmte Funktion beschreibt
dann den zukünftigen Kursverlauf KV. In Schritt 63 wird dann
der zukünftige Kursbereich KB bestimmt, indem der
Kursverlauf KV um die Breite b des ersten Fahrzeugs
aufgeweitet wird. Zusätzlich erfolgt gegebenenfalls eine
25 weitere Erweiterung E in Abhängigkeit von erkannten
Spurwechselsignalen des ersten Fahrzeugs.

Figur 7 zeigt eine Prinzipskizze zur Erläuterung des
erfindungsgemäßen Verfahrens. Mit 700 ist dabei das erste
Fahrzeug bezeichnet, das auf einer mehrspurigen Straße 701
30 fährt. Im weiteren Verlauf der Straße 701 sind zwei
vorausfahrende Fahrzeuge 702 und 703 dargestellt. Am Rand
der Straße 701 befinden sich weiterhin Verkehrszeichen 704,
Leitpfosten 705 und Bäume, die mit 706 gekennzeichnet sind.
Es ist erkennbar, daß sich das erste Fahrzeug 700 auf der
35 mittleren Spur der dreispurigen Straße 701 bewegt. Das

vorausfahrende Fahrzeug 702 bewegt sich relativ zum Fahrzeug 700 auf der rechten Spur, während sich das vorausfahrende Fahrzeug 703 relativ zum ersten Fahrzeug 700 auf der linken Spur fortbewegt. Das erste Fahrzeug 700 ist mit einem Abstandssensor ausgerüstet, mit dem Positionen vorausfahrender Fahrzeuge detektiert werden. Die detektierten Positionen des vorausfahrenden Fahrzeugs 702 sind als Kreuze dargestellt und mit 707 bezeichnet. Die detektierten Positionen des vorausfahrenden Fahrzeugs 703 sind ebenfalls als Kreuze dargestellt und mit 708 bezeichnet. Im Fall des vorausfahrenden Fahrzeugs 702 ist erkennbar, daß vom ersten Fahrzeug 700 bereits Positionen des Fahrzeugs 702 detektiert worden sind, die wenigstens auf gleicher Höhe mit dem ersten Fahrzeug 700 oder sogar auf der zurückliegenden Wegstrecke liegen. Mit Hilfe der so detektierten Positionen 707, die in einem Speicher abgelegt worden sind, läßt sich eine Ausgleichskurve bestimmen, die den Kursverlauf 709 des vorausfahrenden Fahrzeugs 702 repräsentiert. In Kenntnis des Kursverlaufs des vorausfahrenden Fahrzeugs 702 und der bekannten Position des ersten Fahrzeugs 700 läßt sich leicht der Querversatz 711 zwischen dem ersten Fahrzeug 700 und dem Kursverlauf 709 des vorausfahrenden Fahrzeugs 702 bestimmen. Unter der Annahme, daß das vorausfahrende Fahrzeug 702 das einzige vorausfahrende Fahrzeug wäre, würde auf der Grundlage des bekannten Kursverlaufs 709 des vorausfahrenden Fahrzeugs 702 und des bekannten Querversatzes 711 die Bestimmung des zukünftigen Kursverlaufs des ersten Fahrzeugs 700 möglich sein. Dieser zukünftige Kursverlauf des ersten Fahrzeugs 700 würde sich, bei nur einem vorausfahrenden Bezugsfahrzeug 702, um den Querversatz 711 parallel verschoben zum Kursverlauf 709 bewegen.

Im Fall des vorausfahrenden Fahrzeugs 703 liegen noch keine detektierten Positionen 708 vor, die sich wenigstens auf

gleicher Höhe mit dem ersten Fahrzeug 700 befinden. Die erste detektierte Position des Fahrzeugs 703 ist mit 708.a gekennzeichnet und liegt noch vor der derzeitigen Position des ersten Fahrzeugs 700. Aufgrund der detektierten Positionen 708 des Fahrzeugs 703 ließe sich, analog zum Vorgehen beim Fahrzeug 702, eine Ausgleichsgrade 710 bestimmen, die den Kursverlauf des vorausfahrenden Fahrzeugs 703 repräsentiert. Wird der Kursverlauf 710 des Fahrzeugs 703 in Richtung des ersten Fahrzeugs 700 projiziert, bzw. interpoliert, so ergibt sich eine Verlängerung des Kursverlaufs 710 um den Verlauf 710.a, der bis an die aktuelle Position des ersten Fahrzeugs 700 heranragt. In Kenntnis dieses projizierten Kursverlaufs 710.a des Fahrzeugs 703 ist es möglich, einen Querversatz zwischen der derzeitigen Position des ersten Fahrzeugs 700 und dem projizierten Kursverlauf 710.a des Fahrzeugs 703 zu bestimmen. Dieser mit 712 bezeichnete Querversatz zum Fahrzeug 703 ist somit bestimmbar, obwohl das erste Fahrzeug 700 die Position der ersten Detektierung des Fahrzeugs 703, die mit 708.a gekennzeichnet ist, noch nicht erreicht hat. Somit sind aus Sicht des ersten Fahrzeugs 700 zwei Querversätze 711 und 712 zu vorausfahrenden Fahrzeugen 702 und 703 bekannt. Weiterhin sind die beiden Kursverläufe 709 und 710 der vorausfahrenden Fahrzeuge 702 und 703 bekannt. Mit diesen bekannten Daten ist es nunmehr möglich einen anhand von zwei vorausfahrenden Fahrzeugen verifizierten zukünftigen Kursverlauf des ersten Fahrzeugs 700 zu bestimmen. Dazu wird unter entsprechender Berücksichtigung der Querversätze 711 und 712 der Mittelwert der Kursverläufe 709 und 710 gebildet. Es ergibt sich ein bestimmter zukünftiger Kursverlauf des ersten Fahrzeugs 700 der in der Figur 7 mit 713 gekennzeichnet ist. Dieser bestimmte zukünftige Kursverlauf 713 wird analog zum Stand der Technik nach Figur 6 um die Fahrzeugbreite sowie eventuelle Erweiterungen aufgeweitet. Der so erweiterte Kursverlauf 713

des ersten Fahrzeugs 700 stellt den gesuchten zukünftigen Kursbereich des ersten Fahrzeugs 700 dar. Dieser bestimmte zukünftige Kursbereich ist der Übersicht halber in Figur 7 nicht dargestellt.

5

Alternativ kann statt der Bestimmung des Querversatzes zwischen dem ersten Fahrzeug 700 und den Kursverläufen 709 und 710 der vorausfahrenden Fahrzeuge 702 und 703 auch eine Krümmung zwischen dem aktuellen Kursverlauf des ersten
10 Fahrzeugs 700 und den bestimmten Kursverläufen 709 und 710 der vorausfahrenden Fahrzeuge 702 und 703 bestimmt werden. In Kenntnis dieser bekannten Krümmungen zu den Kursverläufen vorausfahrender Fahrzeuge ist ebenfalls eine Bestimmung eines zukünftigen Kursverlaufs des ersten Fahrzeugs 700
15 möglich.

Die Bestimmung des zukünftigen Kursverlaufes des ersten Fahrzeugs 700 wird um so genauer, je mehr vorausfahrende Fahrzeuge detektiert und deren Kursverläufe bestimmt werden.
20 In diesem Fall besteht die Möglichkeit, durch Vergleich, Korrelation oder Mittelung der projizierten Kursverläufe aller vorausfahrenden Fahrzeuge einen verifizierten zukünftigen Kursverlauf des ersten Fahrzeugs 700 zu bestimmen. Dabei können projizierte Kursverläufe von
25 vorausfahrenden Fahrzeugen herausgefiltert werden, die z.B. abbiegen oder durch schnelle Spurwechsel zwischen den einzelnen Fahrspuren keinen zuverlässigen, für die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs geeigneten, Kursverlauf liefern.

30

Analytisch erfolgt die Umsetzung der detektierten relativen Positionsdaten 707 und 708 der vorausfahrenden Fahrzeuge 702 und 703 durch statistische Analysen und/oder durch
35 mathematische Interpolationsverfahren. Das Ergebnis dieses Verfahrens sind die projizierten Kursverläufe der

vorausfahrenden Fahrzeuge, die im Speicher des Abstandssensors des ersten Fahrzeugs 700 abgelegt werden. Innerhalb des Speichers, der vorzugsweise als Ringspeicher organisiert ist, werden die gespeicherten projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge zu ausgewählten oder frei wählbaren Zeitpunkten dem aktuellen Koordinatensystem des ersten Fahrzeugs angeglichen. Durch diese Umrechnung liegen die projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge näherungsweise zu jedem Zeitpunkt im gleichen Koordinatensystem wie dem Koordinatensystem des ersten Fahrzeugs 700 vor. Um bei der Bestimmung des zukünftigen Kursverlaufs des ersten Fahrzeug 700 von den relevantesten der bestimmten projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge auszugehen, werden die projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge durch ein Gütekriterium bewertet, das statistische als auch nicht vorhersagbare Anteile und vorhersagbare Anteile enthält. Aufgrund dieses Gütekriteriums kann bei Güten, die unterhalb eines bestimmten Schwellwertes liegen, entschieden werden, ob ein projizierter Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs als eher irrelevant bestimmt wird und somit aus dem Speicher gelöscht wird oder, ob z.B. die Relevanz des projizierten Kursverlaufs nur bedingt gegeben ist und dieser nicht für die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs herangezogen wird. Für den Fall, daß der Speicher des Abstandssensors des ersten Fahrzeugs 700 voll ist und detektierte relative Positionsdaten weiterer vorausfahrender Fahrzeuge vorliegen, wird entsprechend eines weiteren Gütekriteriums, das in diesem Fall jedoch nur auf vorhersagbaren Anteilen beruht, entschieden, ob der neu detektierte Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs so relevant ist, daß dafür ein bisher gespeicherter projizierter Kursverlauf eines vorausfahrenden Fahrzeugs gelöscht wird oder ob die neu detektierten relativen Positionsdaten verworfen werden.

Durch dieses Verfahren wird sichergestellt, daß sich zu jedem Zeitpunkt die relevantesten der projizierten Kursverläufe der vorausfahrenden Fahrzeuge im Speicher befinden.

5

Für den Fall, daß aufgrund besonderer Bedingungen oder Umstände der bestimmte zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs 700 über den Bereich der Straße 701 herausragen würde, wird der zukünftige Kursbereich anhand von stationären Objekten begrenzt. Dies können z.B., wie in Figur 7 gezeigt, Verkehrszeichen 704, Leitpfosten 705 oder Bäume und/oder Büsche 706 sein. Ebenso möglich ist eine Begrenzung des bestimmten zukünftigen Kursbereiches aufgrund von Positionen detektierter entgegenkommender Fahrzeuge. Diese letzte Möglichkeit ist in Figur 7 nicht dargestellt.

10

15

Wird ein weiterer zukünftiger Kursbereich des ersten Fahrzeugs 700 bestimmt, so ist eine Verifizierung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs 700 möglich. Dieser weitere zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs 700 kann beispielsweise anhand eines Lenkwinkels, eines Lenkradwinkels, einer Gierrate, einer Differenz von Radgeschwindigkeiten oder einer Querbeschleunigung des ersten Fahrzeuges oder anhand stationärer Objekte oder anhand entgegenkommender Fahrzeuge bestimmt werden. Auf diese Weise wird der zukünftige Kursverlauf bzw. der zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs 700 durch verschiedene Verfahren verifiziert, die vollkommen unabhängig voneinander sind. Dies ermöglicht die bestmögliche Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs 700.

20

25

30

5

10 Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereichs eines ersten Fahrzeugs (700), welches mit einem Abstandssensor ausgerüstet ist, wobei

- 15 - mit Hilfe des Abstandssensors zu festgelegten oder wählbaren Zeitpunkten wenigstens relative Positionen (707, 708) wenigstens eines vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) zum ersten Fahrzeug (700) bestimmt werden,
- 20 - wenigstens diese bestimmten relativen Positionen (707, 708) in wenigstens einem Speicher abgelegt werden,
- diese in dem Speicher abgelegten relativen Positionen (707, 708) jeweils einen Kursverlauf (709, 710) des entsprechenden vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) bilden, und
- 25 - der zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs (700) wenigstens anhand des Kursverlaufs (709, 710) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß
- 30 - der Kursverlauf (709, 710) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) in Richtung auf die Position des ersten Fahrzeugs (700) projiziert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Projizierung des Kursverlaufs des vorausfahrenden Fahrzeugs

(702, 703) bis zu der Position erfolgt, an der sich das erste Fahrzeug befindet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem projizierten Kursverlauf (709, 710, 710.a) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) und dem aktuellen Kursverlauf des ersten Fahrzeugs (700) ein Querversatz (711, 712) und/oder eine Krümmung bestimmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe des Querversatzes (711, 712) und/oder der Krümmung des Kursverlaufes des ersten Fahrzeugs (700) zum projizierten Kursverlauf (709, 710, 710.a) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) ein zukünftiger Kursbereich des ersten Fahrzeugs (700) bestimmt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zukünftige Kursbereich anhand von projizierten Kursverläufen (709, 710, 710.a) mehrerer vorausfahrender Fahrzeuge (702, 703) bestimmt wird und daß ein Fahrspurwechsel eines einzelnen vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) durch Vergleich, Korrelation oder Mittelung der projizierten Kursverläufe aller vorausfahrenden Fahrzeuge (702, 703) herausgefiltert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gespeicherten Kursverläufe (709, 710, 710.a) der vorausfahrenden Fahrzeuge (702, 703) zu ausgewählten und/oder frei wählbaren Zeitpunkten dem aktuellen Koordinatensystem des ersten Fahrzeugs (700) angeglichen werden.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Projizierung des Kursverlaufs (709, 710, 710.a) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) durch statistische

Analysen und/oder mathematische Interpolationsverfahren der gespeicherten relativen Positionsdaten (707, 708) erfolgt.

5 8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die projizierten Kursverläufe (709, 710, 710.a) der vorausfahrenden Fahrzeuge (702, 703) durch wenigstens ein Gütekriterium bewertet werden, das sowohl statistische als auch nicht vorhersagbare Anteile und vorhersagbare Anteile enthält.

10 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein projizierter Kursverlauf (709, 710, 710.a) eines vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703), der ein Gütekriterium aufweist, das unterhalb eines bestimmten Schwellwertes liegt,
15 - aus dem Speicher gelöscht wird und/oder
- zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs des ersten Fahrzeugs (700) nicht mit herangezogen wird.

20 10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicher als Ringspeicher organisiert wird.

25 11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn der Speicher voll ist, zur Speicherung wenigstens eines neuen Kursverlaufs eines weiteren vorausfahrenden Fahrzeugs, entsprechend eines weiteren Gütekriteriums, das nur auf vorhersagbaren Anteilen beruht, entschieden wird, ob wenigstens einer der bisher gespeicherte Kursverläufe und/oder der wenigstens eine neue Kursverlauf gelöscht wird.

30 12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zukünftige Kursbereich anhand von Positionen detektierter, stationärer Objekte (704, 705, 706) oder anhand von Positionen detektierter, entgegenkommender Fahrzeuge begrenzt wird.

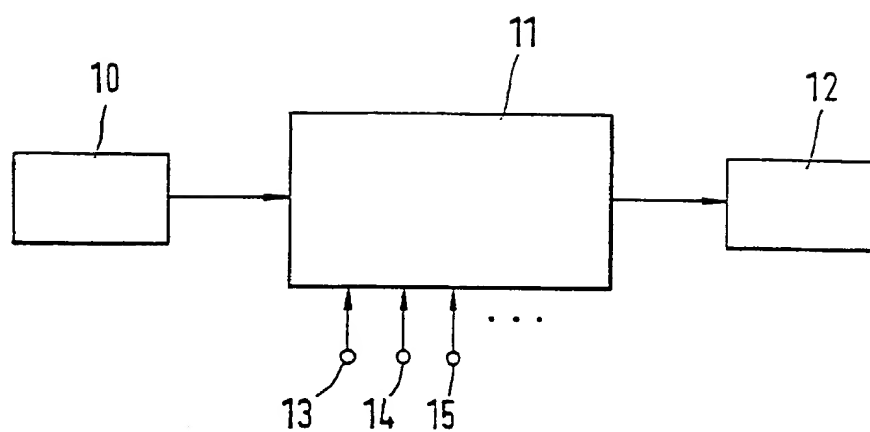
13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß mindestens ein weiterer zukünftiger Kursbereich des ersten Fahrzeugs (700) anhand eines Lenkwinkels, eines Lenkradwinkels, einer Gierrate, einer Differenz von Radgeschwindigkeiten oder einer Querbeschleunigung des ersten Fahrzeugs (700) oder anhand stationärer Objekte oder anhand entgegenkommender Fahrzeuge, die von einem Abstandssensor des ersten Fahrzeugs (700) detektiert werden, bestimmt wird und
- daß anhand des ersten und des weiteren bestimmten zukünftigen Kursbereichs ein verifizierter zukünftiger Kursbereich bestimmt wird.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, beinhaltend,

- einen Abstandssensor, der zu festgelegten oder wählbaren Zeitpunkten wenigstens relative Positionen (707, 708) wenigstens eines vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) zum ersten Fahrzeug (700) bestimmt,
- wenigstens ein Speicher, in dem diese bestimmten relativen Positionen (707, 708) abgelegt werden,
- Mittel, um aus diesen im Speicher abgelegten relativen Positionen (707, 708) jeweils einen Kursverlauf (709, 710) des entsprechenden vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) zu bilden, und
- Mittel, um den zukünftigen Kursbereich des ersten Fahrzeugs (700) wenigstens anhand des Kursverlaufs (709, 710) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) zu bestimmen, dadurch gekennzeichnet, daß
- Mittel vorhanden sind, um den Kursverlauf (709, 710) des vorausfahrenden Fahrzeugs (702, 703) in Richtung auf die Position des ersten Fahrzeugs (700) zu projizieren.

Fig.1



This Page Blank (uspto)

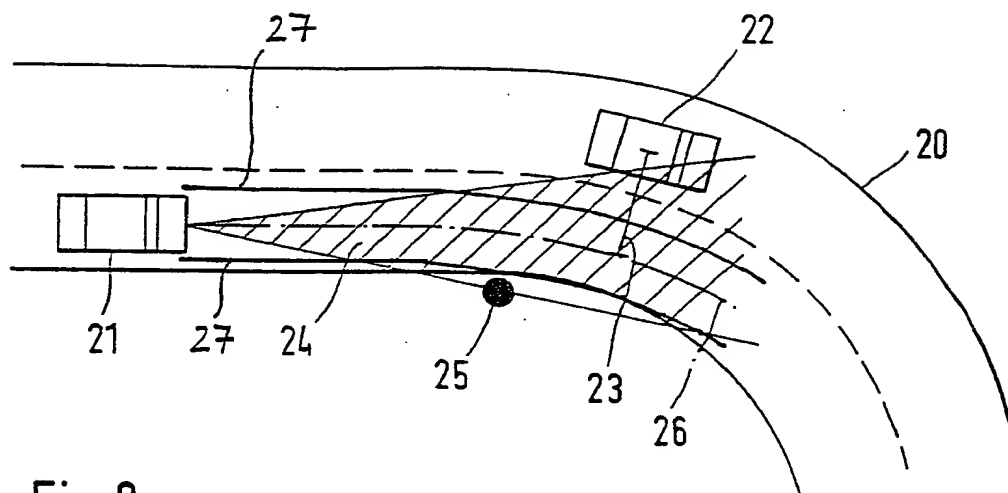


Fig. 2

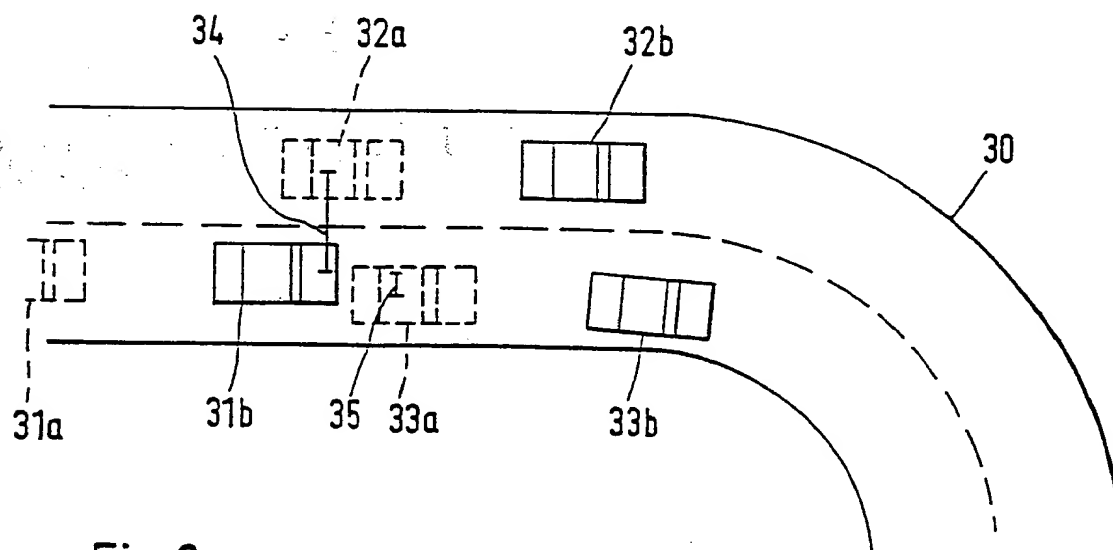
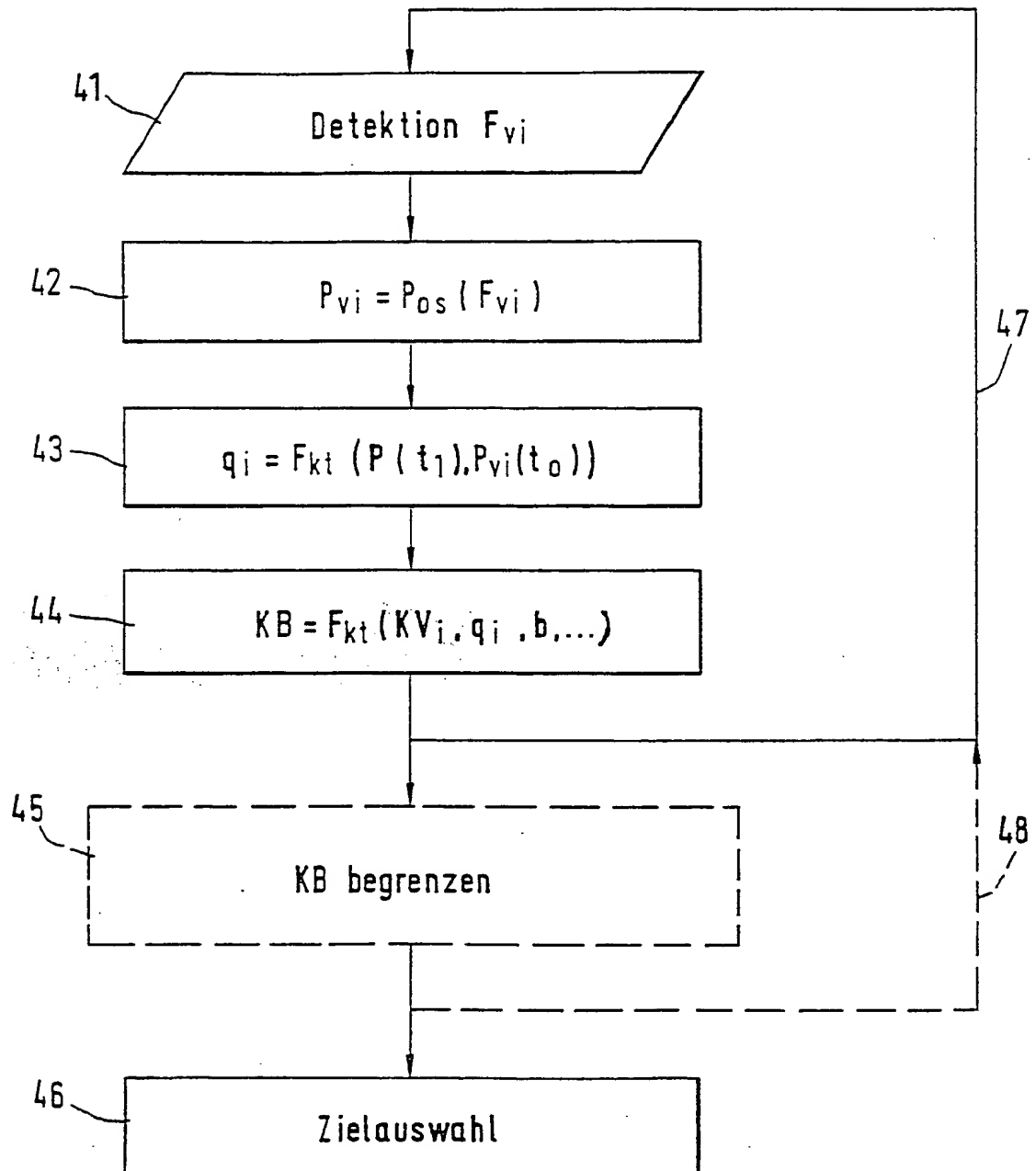


Fig. 3

This Page Blank (uspto)

Stand der Technik

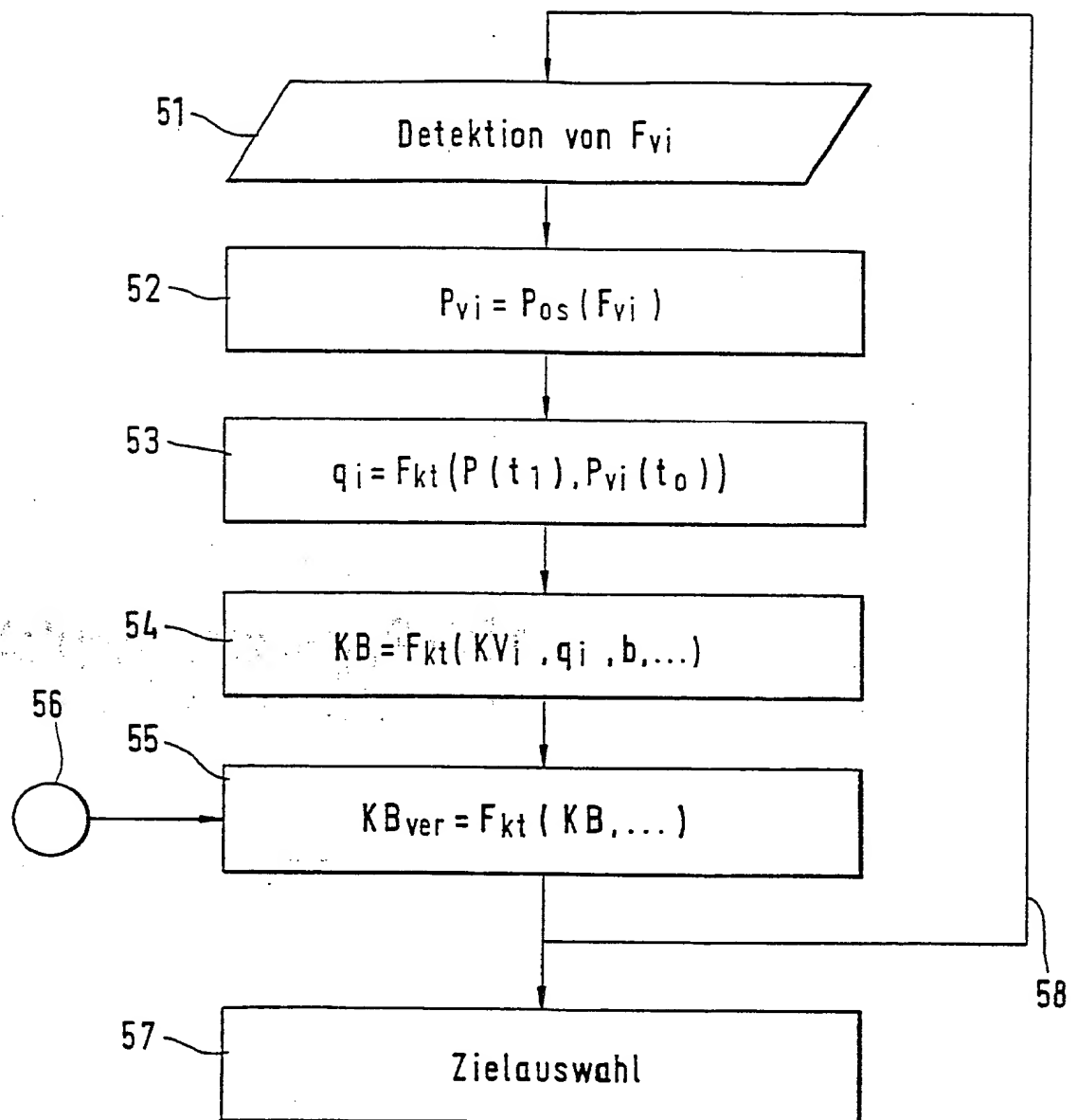
Fig.4



This Page Blank (uspto)

Stand der Technik

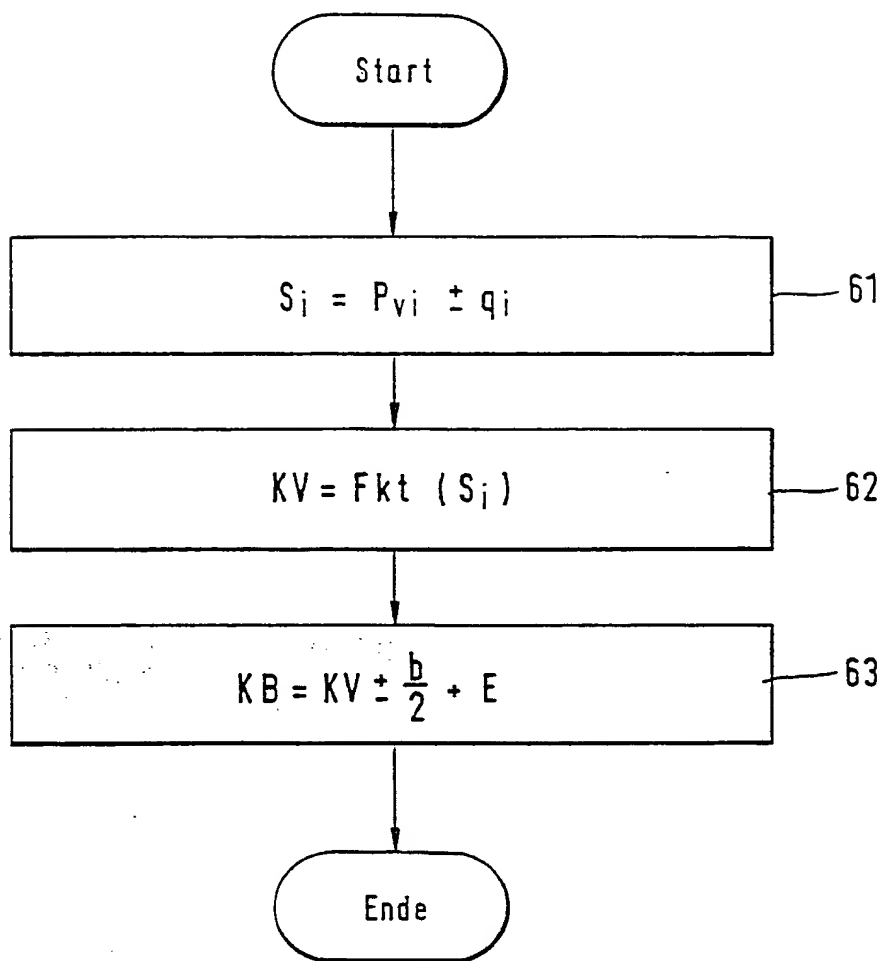
Fig.5



This Page Blank (uspto)

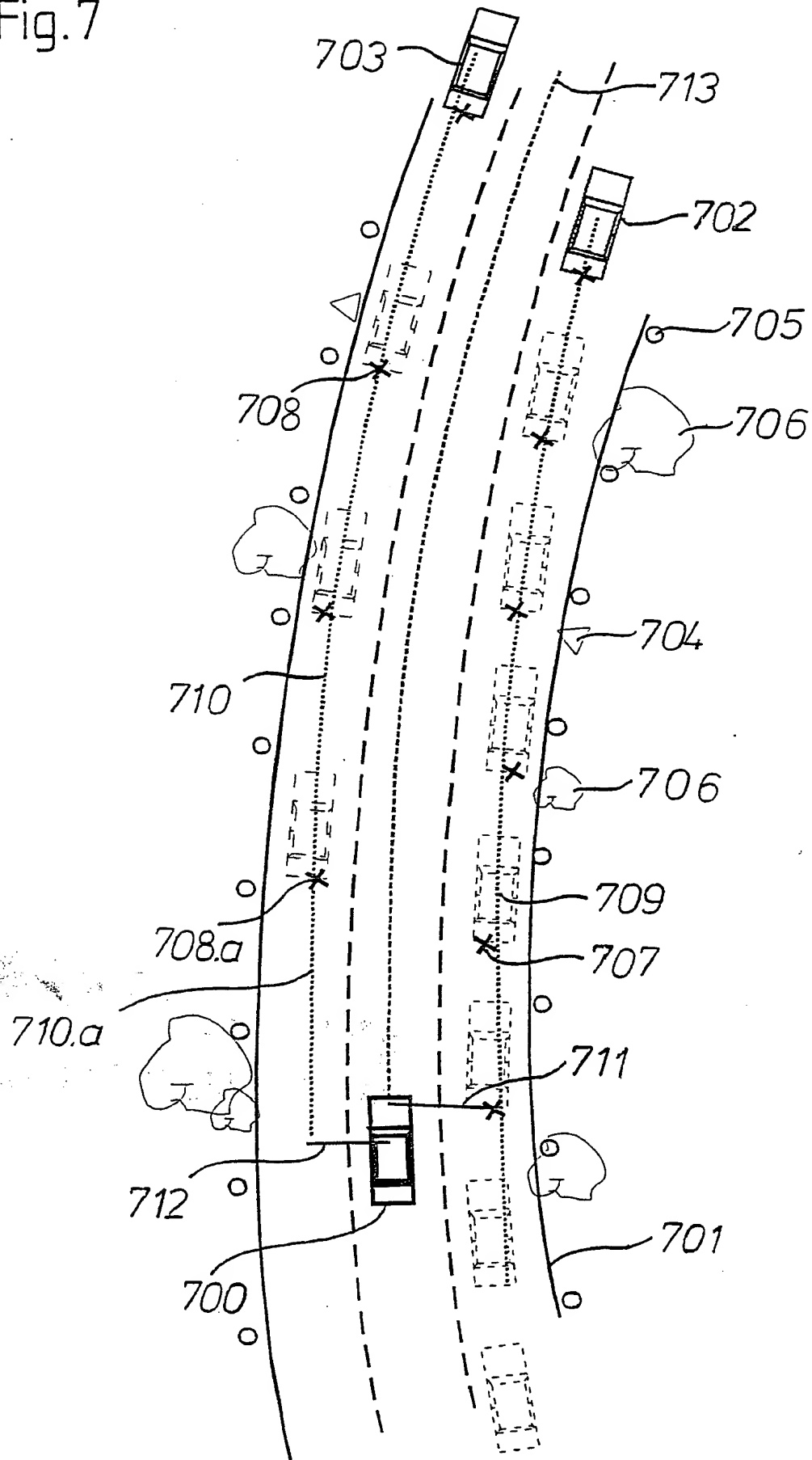
Stand der Technik

Fig. 6



This Page Blank (uspio)

Fig. 7



This Page Blank (uspto)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/03219

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G05B29/10 G01S13/93 G06F15/50 B60K31/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G05B G01S G06F B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 197 562 A (SAIKI MITSUYOSHI ET AL) 30 March 1993 (1993-03-30) column 1, line 5-10 column 2, line 25 -column 14, line 8; claims 1-6; figures 1-3 ---	1-14
A	US 5 349 520 A (HICKMAN BRUCE F) 20 September 1994 (1994-09-20) column 1, line 10-27 column 2, line 51 -column 5, line 44; figures 1-5 ---	1-14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 12, 25 December 1997 (1997-12-25) & JP 09 207609 A (FUJITSU TEN LTD), 12 August 1997 (1997-08-12) abstract -----	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 April 2000

Date of mailing of the international search report

08/05/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pierron, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/03219

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5197562	A	30-03-1993	JP 4012144 A	16-01-1992
US 5349520	A	20-09-1994	NONE	
JP 09207609	A	12-08-1997	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03219

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G05B29/10 G01S13/93 G06F15/50 B60K31/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G05B G01S G06F B60K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 197 562 A (SAIKI MITSUYOSHI ET AL) 30. März 1993 (1993-03-30) Spalte 1, Zeile 5-10 Spalte 2, Zeile 25 -Spalte 14, Zeile 8; Ansprüche 1-6; Abbildungen 1-3 ---	1-14
A	US 5 349 520 A (HICKMAN BRUCE F) 20. September 1994 (1994-09-20) Spalte 1, Zeile 10-27 Spalte 2, Zeile 51 -Spalte 5, Zeile 44; Abbildungen 1-5 ---	1-14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 12, 25. Dezember 1997 (1997-12-25) & JP 09 207609 A (FUJITSU TEN LTD), 12. August 1997 (1997-08-12) Zusammenfassung -----	1-14

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. April 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/05/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pierron, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung: 3 zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03219

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5197562	A	30-03-1993	JP	4012144 A	16-01-1992
US 5349520	A	20-09-1994	KEINE		
JP 09207609	A	12-08-1997	KEINE		